

# **Technická univerzita v Liberci**

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

BAKALÁŘSKÝ studijní program: B2341 Strojírenství

Obor: 2301R030 Výrobní systémy

Zaměření: Řízení výroby

## **INOVACE VÝROBNÍ LINKY PŘEDNÍ PODLAHY AUTOMOBILU (DODAVATEL EDAG CZ MLADÁ BOLESLAV)**

## **INOVATION OF CAR FRONT FLOOR'S PRODUCT LINE (CONTRACTOR EDAG CZ MLADÁ BOLESLAV)**

**KOM - 1191**

***BcA. Jana Koldová***

Vedoucí práce: Doc. Ing. Karel Dušák, CSc.

Konzultant: Ing. Vladimír Schmidt, EDAG CZ

Počet stran: 42

Počet příloh

a tabulek: 15

Počet obrázků: 6

Počet modelů

nebo jiných příloh:-

Datum: 15.8.2012



**INOVACE VÝROBNÍ LINKY PŘEDNÍ PODLAHY AUTOMOBILU  
(DODAVATEL EDAG CZ MLADÁ BOLESLAV)**

*ANOTACE:*

Práce popisuje výrobní postup přední podlahy automobilu na automatizované lince. Zabývá se navýšením objemu výroby na požadované množství při maximálním zachování původní linky. Úkolem je také zachovat původní velikost plochy, kterou automatizovaná linka zabírá.

**INOVATION OF CAR FRONT FLOOR PRODUCTION LINE  
(CONTRACTOR EDAG CZ MLADÁ BOLESLAV)**

*ANNOTATION:*

Dissertation describes manufacturing procedure of car Front Floor in an automated line. It is dealing with increase of manufacture volume to the required amount while keeping maximum of the original line. It is also required to keep original size of the production line area.

Klíčová slova: AUTOMATIZOVANÁ LINKA, VÝROBNÍ POSTUP, PŘEDNÍ PODLAHA

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2012

Archivní označ. Zprávy:

Počet stran: 42

Počet příloh: -

Počet obrázků: 6

Počet tabulek: 15

Počet diagramů: -

### ***MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ***

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval (a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 15.8.2012

Podpis: BcA. Jana Koldová



# Obsah

1. Úvod.....	6
2. Hlavní cíle bakalářské práce.....	8
3. Obecný postup automobilu výrobou.....	9
4. Popis přední podlahy automobilu.....	10
5. Popis stávající linky.....	13
5.1 Obecný popis robotů.....	13
5.2 Typy stanic.....	13
5.3 Takt.....	14
5.4 Rozvržení původní linky, Layout.....	14
5.5 Průběh operací.....	16
6. Popis nové výrobní linky.....	25
6.1 Požadavky na novou výrobní linku.....	25
6.2 Výpočet taktu.....	26
6.3 Odhad počtu použitých robotů.....	27
6.4 Rozvržení inovované výrobní linky, Layout.....	28
6.5 Průběh operací.....	31
6.6 Koncept vyjímání robotů.....	40
7. Závěr.....	41

# 1. Úvod

EDAG Group je celosvětově největší nezávislý partner pro oblast Engineering. Jako jedna z mála společností na trhu nabízí komplexní služby od integrovaného vývoje automobilů, derivátů a modulů po kompletní výrobní zařízení a jeho optimalizaci. Společně se sesterskou firmou FFT EDAG realizuje kompletní výrobní zařízení v oblasti svařovny a montáže. Společně s dceřinou firmou EDAG Production Solutions GmbH & Co. KG také nabízí kompletní vývoj procesů, továrních konceptů, výrobních zařízení až po automatizovanou techniku a management výrobních nákladů. Kromě automobilismu, se EDAG Group věnuje také odvětví letecké dopravy, užitných automobilů, elektromobilů, kolejových vozidel a obnovitelné energie (především větrné).

Mateřská firma vznikla a stále sídlí ve Fuldě v Německu. Největší zastoupení je především v Německu. Nemalé množství poboček najdeme po celém světě. EDAG najdeme téměř v každém městě, kde se vyrábějí automobily.

Zastoupení v Německu:

Fulda, Augsburg (ELAN-AUSY), Bremen (ELAN-AUSY), Eisenach, Fulda (Haus Kurfürst), Fulda-West, (FFT EDAG), Friedrichshafen, Hamburg-Harburg (ELAN-AUSY), Hamburg, Hamburg-Finkenwerder (ELAN-AUSY), Hann. Münden (WMU), Heilbronn, Ingolstadt, Köln, Mücke – (FFT EDAG), München, Neckarsulm, Osnabrück, Recklinghausen, Rüsselsheim, Schmalkalden – (FFT), Sindelfingen, Wolfsburg.

Zastoupení v Evropě:

Fulda – Německo, Campulung – Rumunsko (FFT), Valencie – Španělsko (FFT), Mladá Boleslav – Česká Republika, Győr – Maďarsko.

Zastoupení ve světě:

São Bernardo do Campo (São Paulo) – Brazílie, Peking – Čína, Shanghai – Čína, Neu Delhi – Indie, Pune – Indie, Yokohama – Japonsko, Shah Alam – Malajsie, Puebla Pue (FFT) – Mexiko, Walvis Bay – Namibie, Soul – Jižní Korea, Detroit – USA.

Já pracuji v mladoboleslavské pobočce EDAG CZ. Jde o menší pobočku, která byla založena v roce 2002. Počet zaměstnanců se momentálně pohybuje okolo 25 až 30 lidí. V zásadě se dá rozdělit na dvě oddělení. Jde o oddělení engineering a oddělení realizace. Realizační část se specializuje na kompletní výstavbu nových výrobních linek a přestavbu stávajících. V oddělení engineering se na příklad nabízí plánování a simulování procesů a logistických toků, robotika, konstruování přípravků, projektování či optimalizace toku výrobních linek, digitální továrna a jiné.

EDAG se vysoce orientuje na zákazníka a jeho požadavky. Celosvětově nabízí i řadu dalších služeb, které je možno zprostředkovaně dodat přes kteroukoliv jinou pobočku dle místa sídla zákazníka. Dokumentaci dodává v německém, anglickém či lokálním jazyku dle požadavků.

## **2. Hlavní cíle bakalářské práce**

- Seznámení s obecnou skladbou automobilu
- Popis sestavy přední podlahy
- Rozbor stávající výrobní linky
- Analýza požadavků na novou výrobní linku
- Návrh řešení nové linky
- Zhodnocení dopadu navrhovaného řešení na navazující operace

### 3. Obecný postup automobilu výrobou

Karoserie automobilu se dá obecně rozdělit na podvozkovou část a „klobouk“. Nejprve vznikne UB1 (Unterbau1), která se obvykle skládá z podsestavy přední a zadní podlahy a podélníků. Přidáním podsestav příčné stěny, krytů kol předních a zadních, koncového dílu a někdy i dalších vznikne UB2 neboli podvozek.

Přivařením sestav klobouku vznikne karoserie. Tyto sestavy se dle zvoleného konceptu automobil od automobilu liší. Mohou se na podvozkovou část přivařovat postupně nebo se paralelně svařít do většího celku a k podvozku se připevní například celá postranice s již integrovanými podskupinami. Přivaří se příčníky střechy a střecha. Přimontují se blatníky, přední a zadní víko a dveře. Vše se slícuje na finiši. Přivaří se držáky Frontendu a karoserie opustí svařovnu. Přesune se do lakovny.

Z lakovny karoserie putuje na montáž. Zde odmontují dveře, které se kompletují zvlášť. Je však nutné celé auto lakovat dohromady, aby byl na všech dílech stejný odstín. Na konci montážní linky se dveře namontují zpátky.

Do montážního přípravku se vloží všechny díly podvozkové skupiny. Jde například o výfukovou soustavu, agregát, chladič nebo převodovku. Karoserie se zdvihne a spojí se s montážním přípravkem podvozkové skupiny. Díly se přišroubují a zacvaknou plastové kryty. Tato operace se nazývá svatba. Namontují se kola. Od této chvíle se auto v lince pohybuje po vlastních kolech, ale je stále taženo.

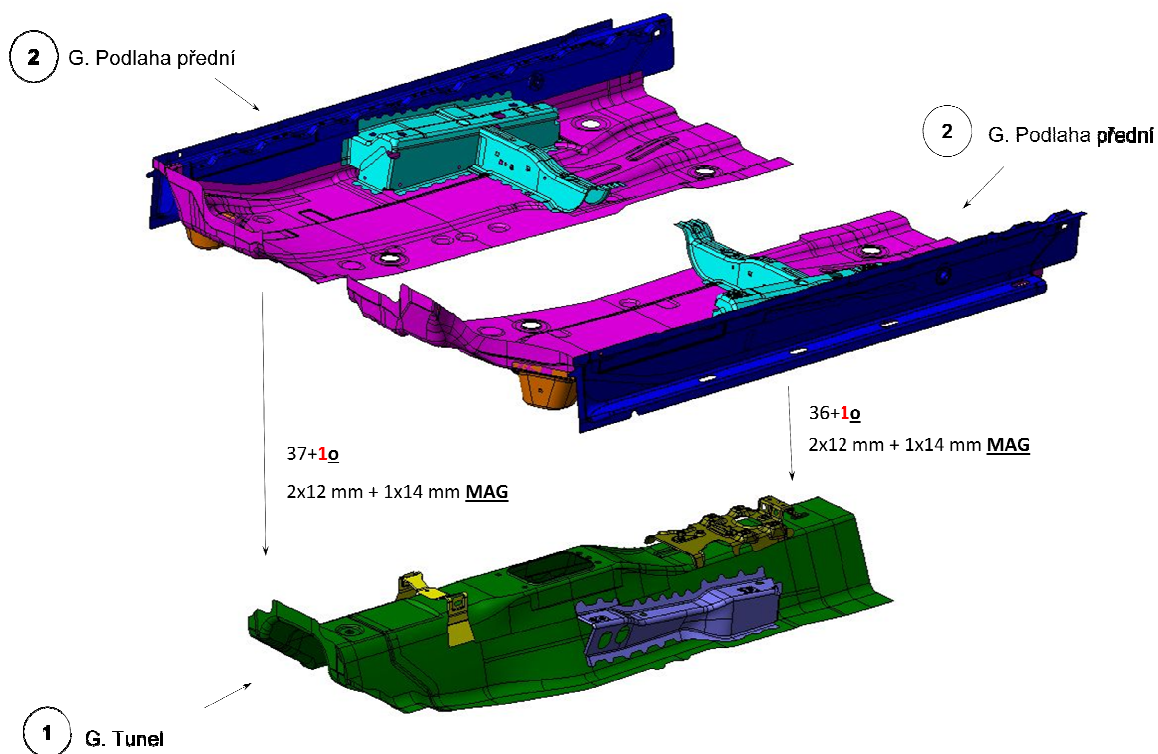
Zbývá namontovat interiér. Namontuje se přístrojová deska, koberce, panel střechy, sedačky. Připojí se a ožíví elektrické spotřebiče. Nastal čas na namontování zkompletovaných dveří. Přilepí se skla. Doplní provozní kapaliny.

Vůz putuje na kontrolu. Projede se po zkušebním polygonu a zamíří na parkoviště čekat na svého zákazníka.

## 4. Popis přední podlahy automobilu

V této práci se budu zabývat navýšením objemu linky pro přední podlahu automobilu. Jedná se o osobní vůz nižší střední třídy. Je to Sport Back, který se řadí mezi A0 a A segment. O Sport Backu se dá říct, že má sportovnější ráz. Zadní část automobilu je kratší, ale zároveň má z bočního pohledu třetí okno. A0 je například Škoda Fabia nebo Volkswagen Polo. V segmentu A se nachází vozy typu Škoda Octavia, Volkswagen Jetta, Volkswagen Golf, Seat Toledo, Seat Altea nebo Audi A3.

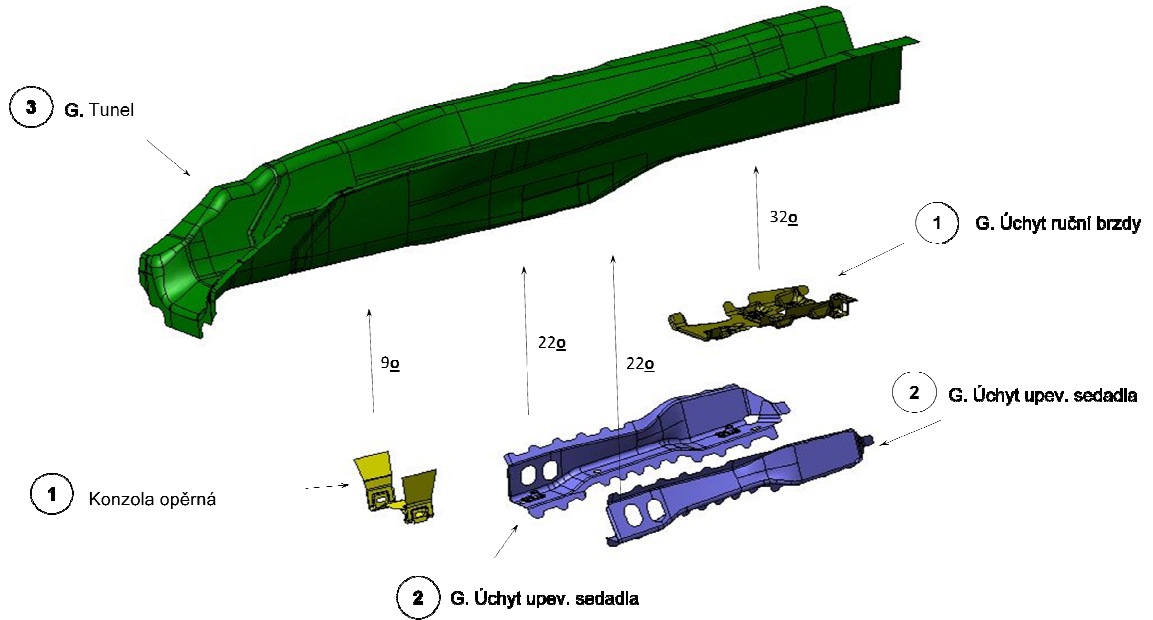
Jak již zaznělo v předchozím oddílu, přední podlaha je podsestava podvozku. Skládá se ze tří základních podsestav a to sestavy tunelu a sestav levé a pravé poloviny přední podlahy.



Obr. 1 [3D CAD]

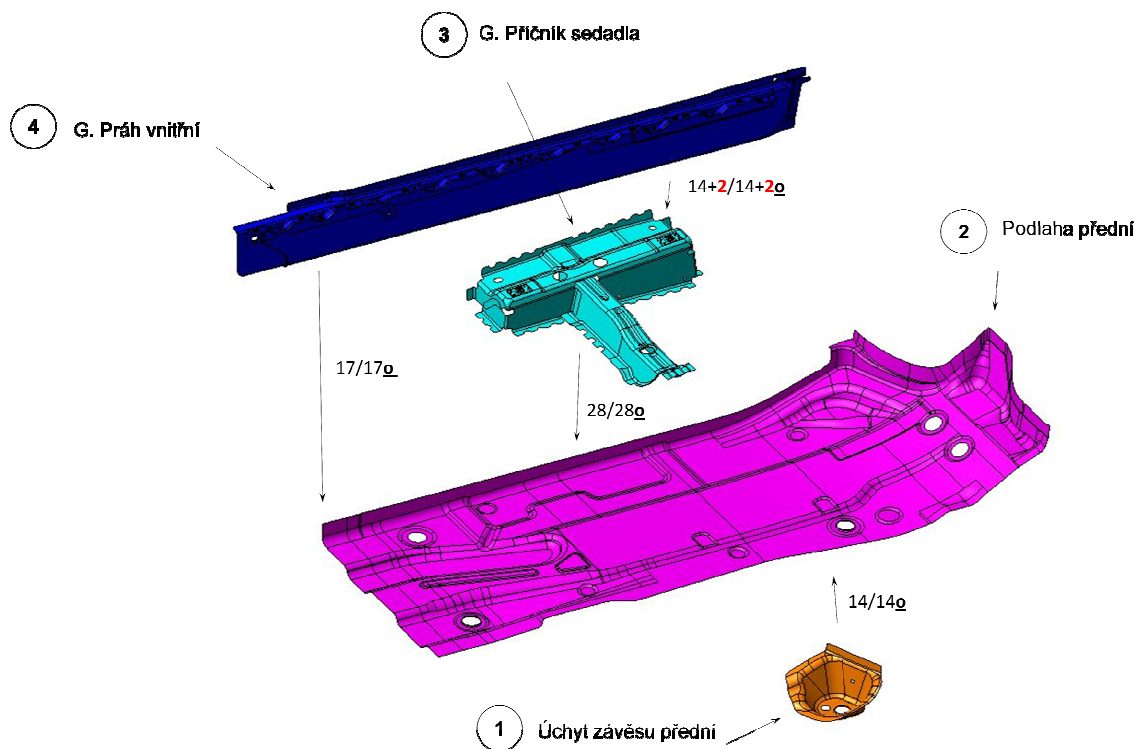
Podskupiny přední podlahy se spojovacími elementy

se spojovacími elementy.



Obr. 2 [3D CAD]

### Podskupina tunelu se spojovacími elementy



Obr. 3 [3D CAD]

Podskupiny přední podlahy levá / pravá se spojovacími elementy (zobrazena jen levá strana, pravá strana je zrcadlově symetrická)

Z obrázků 1 až 3 se dozvíme, jaké operace je nutné provést a v jakém rozsahu. Podskupiny G. Tunel (G. = Gruppe = sestava), G. Úchyt ruční brzdy, G. Úchyt upevnění sedadla, G. Práh vnitřní, G. Příčník sedadla do linky přední podlahy vstupují již svařené. Jedná se buď o nakupované díly od dodavatelů nebo se svařují na jiných výrobních linkách a sem jsou dovezeny již hotové v paletách.



## **5. Popis stávající linky**

### **5.1 Obecný popis robotů**

Jde o automatickou linku. Díly do přípravků zakládají dělníci. Pak se už o veškerou práci postarají roboty. Každý robot má šest pohyblivých os. V případě potřeby se může přidat osa sedmá. Jedná se několik metrů dlouhý pojezd pro robot. Zde to nebylo potřeba použít.

Robot je opatřen buď svařovacími kleštěmi nebo chapačem. Do chapače robot díl nebo sestavu uchopí a přemístí na určené místo. Také může sestavu nastavit pod stabilní svařovací kleště, které se pouze otevírají a zavírají. Robot musí sestavu natočit tak, aby kleště mohly svařit požadovaný bod. Tímto způsobem lze i nanášet lepidlo nebo svařovat MAG nebo MIG sváry. Na jeden robot můžou být upnuty dvojce různé svařovací kleště nebo jedny kleště a chapač.

Název robotu se odvozuje od čísla stanice, ve které se nachází, a jeho poloze ve stanici vůči svařenci. Pokud je robot vybaven kleštěmi, přidá se do názvu Z (Zange – německy kleště). Pokud má k sobě připevněn chapač, přidá se do názvu G (Greifer – německy chapač). V případě kombinace se použijí obě písmena. Uvedu příklad 111200R01Z: 111200 je číslo stanice, R značí robot, ve stanici je to robot číslo 01 a jsou k němu připevněny svařovací kleště.

### **5.2 Typy stanic**

Aby byla zaručena jednotná geometrie přední podlahy, každá podsestava, která se přidává k celku, musí být ustavena do GEO přípravku. GEO přípravek je navržen tak, aby zaručoval jedinou možnou pozici dílů. Toho se docílí pomocí RPS bodů a geometrie dílů. RPS body jsou v podstatě otvory malých rozměrů kruhového, oválného nebo pravoúhlého tvaru. Na přípravku se pak nachází hroty, na které se díl pomocí RPS otvorů nasadí. Když se do přípravku narovnají všechny podsestavy přidávané v dané stanici, zajistí se upínkami a může se začít svařovat. Svaří se předem vytipované body, které zajistí, že po vyjmutí bude sestava držet pohromadě. Na konci operace se upínky opět uvolní a sestava se přesune do další stanice. Takováto stanice se nazývá GEO stanice.

Na výrobní lince se vyskytuje ještě druhý typ stanice. Tento typ se nazývá dovařovací stanice neboli dovářka. Svařují se zde ostatní body. Není už nutné sestavu upínat do GEO přípravku, protože vzájemná poloha jednotlivých dílů ve svařenci je již zajištěna. V dovařovací stanici se svaří i MAG sváry.

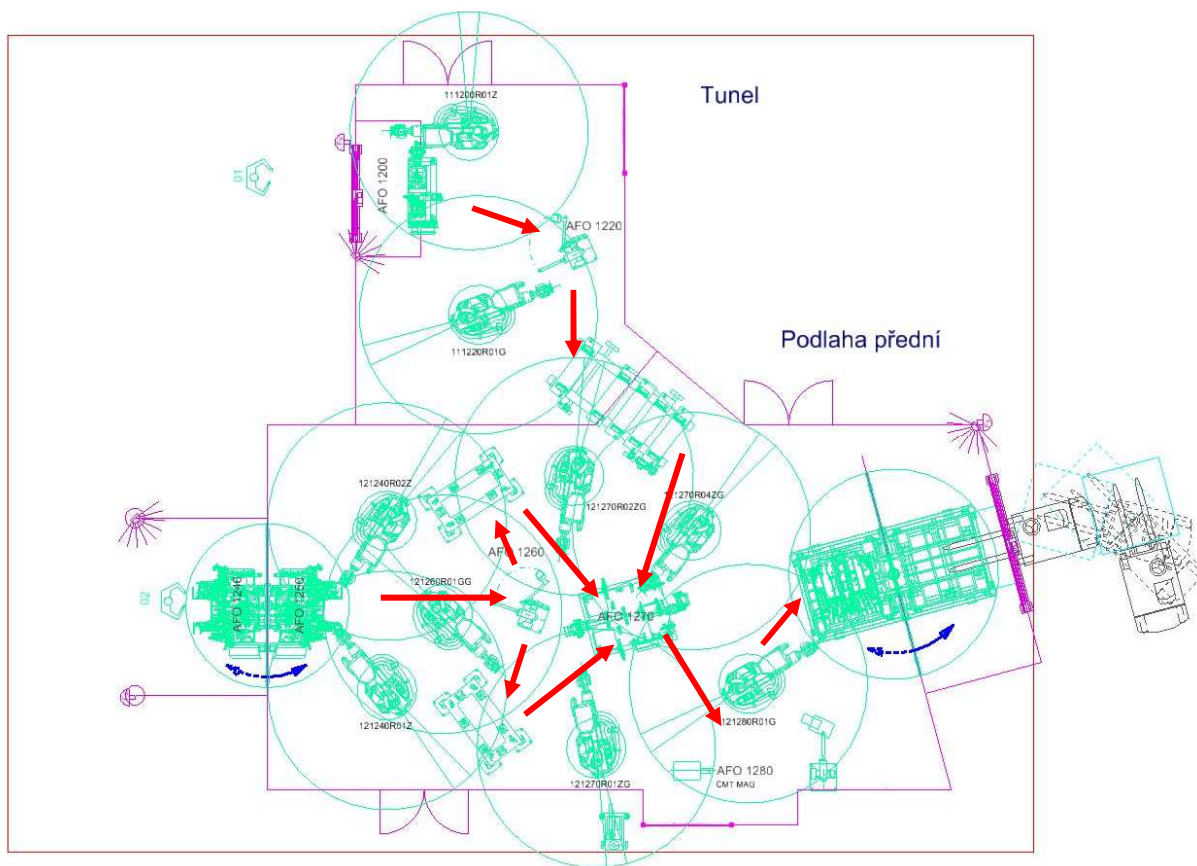
### **5.3 Takt**

Stávající automatizovaná linka pracuje ve třisměnném provozu a vyrobí 400 kusů přední podlahy denně. Takt byl stanoven na 160 vteřin.

### **5.4 Rozvržení původní linky, Layout**

Jelikož takt je velmi dlouhý, zvládneme z časového hlediska v jedné stanici založit veškeré sestavy do GEO přípravků. Máme k dispozici dlouhý čas na svařování, což zvyšuje efektivitu práce, neboť poměrově neztrácíme příliš času transportem, který výrobku hodnotu nepřidává. Naopak transport výrobek prodražuje, proto se ho snažíme minimalizovat.

Původní výrobní linka pro přední podlahu se skládá ze dvou počátečních větví. Jednu tvoří linka pro výrobu sestavy tunelu a druhou linka pro výrobu levé a pravé poloviny. Tyto dvě větve se potkají a splynou. V následující stanici se tyto 3 podsestavy svaří dohromady.



Obr. 4 [2D CAD]

#### Layout původní linky

Stanice AFO 1200 je GEO stanice sestavy tunelu. Dělník číslo 1 vyjímá z palet díly a zakládá je do GEO přípravku. Dělník po založení všech dílů stlačí ochranné tlačítko, následně se zavrou upínky a spustí se ochranné okno. Tím je člověk chráněn před úrazem způsobeným robotem. Robot 111200R01Z dostane povel a svaří GEO body. Na konci taktu robot 11220R01G naloží svařenec a odnese ho na dovážku pod stabilními kleštěmi ve stanici 1220. Svařenou sestavu odloží do zásobníku. V tomto místě se sejdou svařence sestav tunelu a polovin podlah.

Dělník číslo 2 zakládá na střídačku sestavu přední podlahy levé a pravé do GEO přípravku na otočném stole. Na jedné polovině stole je GEO přípravek pro levou stranu a na druhé pro pravou. Jde o GEO stanice číslo 1240 a 1250. Takt je oproti sestavě tunelu poloviční, protože se v této lince musí svařit odpovídající počet kusů přední podlahy levé i pravé

k sestavě tunelu. Stůl je navržen tak, aby dělník po dobu jednoho taktu zakládal díly pro jednu polovinu přední podlahy a mezitím na druhé oddělené straně stolu roboty 211240R01Z a 211240R02Z svařují GEO body druhé poloviny podlahy. Robot 211260R01G ze stanice 1260 vyjme svařenec z tohoto GEO přípravku a stůl se otočí. Robot 211260R01G svařuje sestavu v následujícím taktu na stacionárních kleštích. Poté jej odloží na odkládací stůl. Jsou zde dva stoly, jeden pro levou polovinu a druhý pro pravou.

V následující stanici AFO 1270 se svaří dohromady obě poloviny přední podlahy společně s tunelem. Do GEO přípravku podsestavy transportují roboty číslo 211270R01ZG, 211270R02ZG, 211270R04ZG. Poté si změní roboty transportní nástroj za svařovací kleště a svaří GEO a dovářkové body. Dále svařenec putuje do stanice AFO 1280. Zde robot 211280R01G svaří MAG sváry, vyrazí datum a dovaří body na stacionárních svařovacích kleštích. Na konci taktu vyloží sestavu do palety na otočném stole. Odtud paletu po otočení odveze vysokozdvizný vozík.

Je zde uplatněn dvou paletový systém. To znamená, že každý díl nebo podsestava jsou na logistických plochách připraveny ve dvou paletách. Tím se zamezí zastavení linky pro nedostatek zakládaných dílů z důvodu výměny prázdné palety za plnou.

Zařazením odkládacích stolů pro již svařené poloviny přední podlahy a zásobníku pro sestavu tunelu zamezíme zastavení celé linky v případě poruchy jedné její části. Ostatní okruhy mohou vyrábět z menších zásob a překlenout tak kratší dobu opravy bez výpadku výroby.

## **5.5 Průběh operací**

Na základě výpočtu taktu se vytvoří tabulka průběhu operací. Cílem je maximální využití každé stanice. Na konci tabulky je uveden údaj, kolik bodů se ještě musí na daném dílu či sestavě svařit.

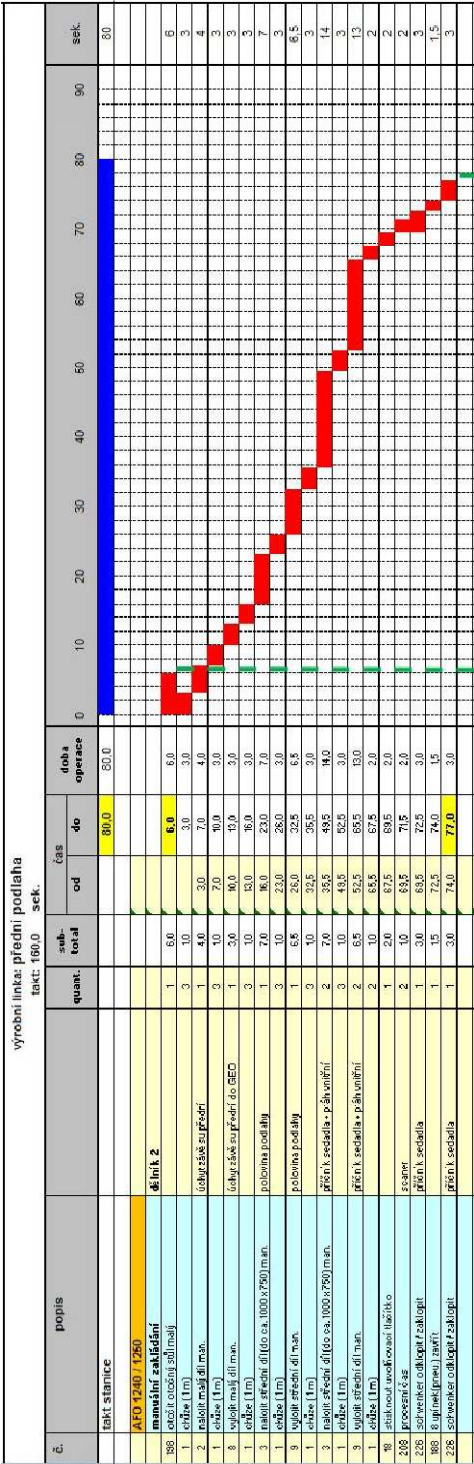
[illegible]

Tabulka 1

Stanice 1200

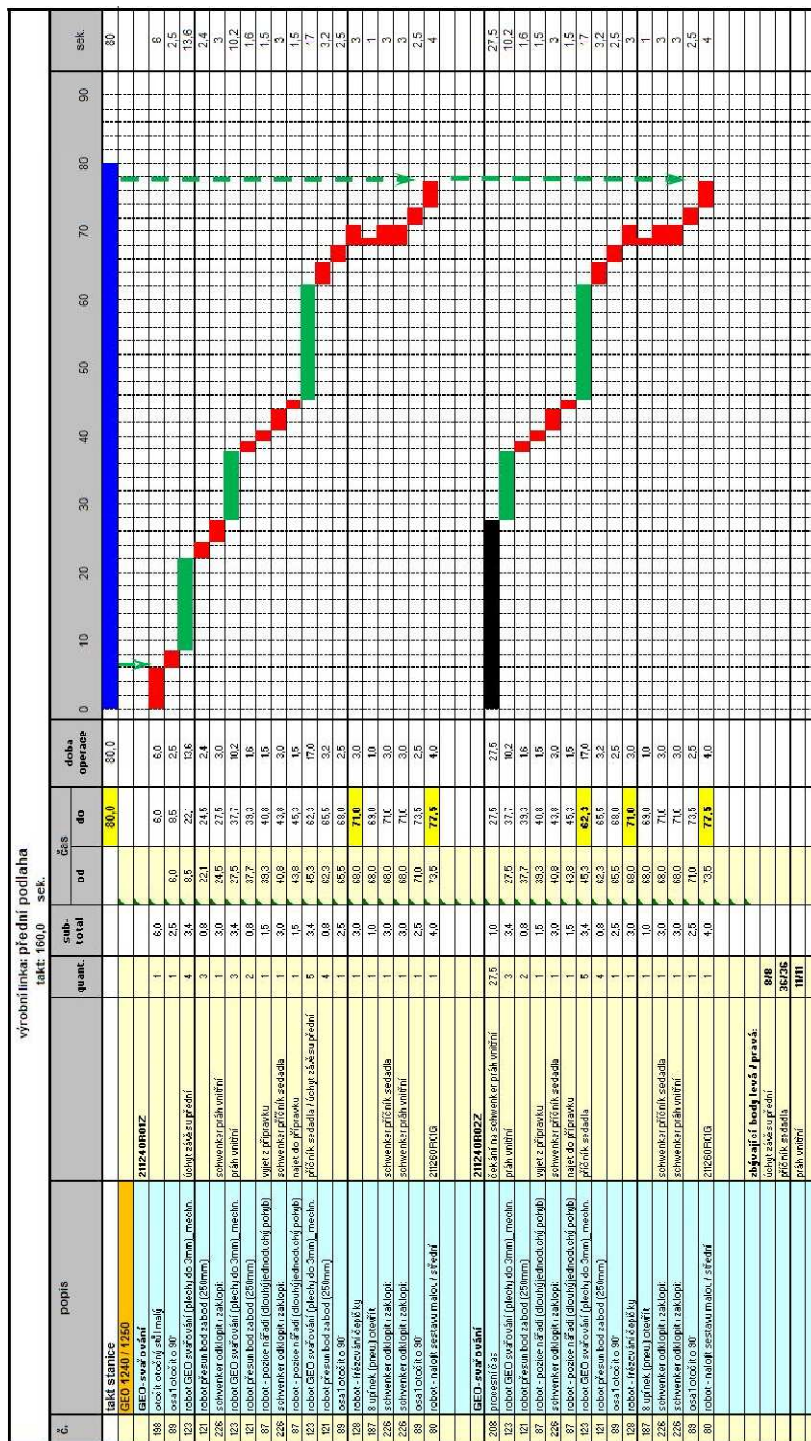






Tabulka 3

Stanice 1240 / 1250 zakládání dílů



Tabulka 4

Stanice 1240 / 1250 svařování



výrobní linka přední podlaha															
č.	popis	quant	zak- total	čas		doba operace	takt 163,0 sek.								
				od	do		0	10	20	30	40	50	60	70	80
	takt stanice					80,0									80
	<b>AFO 1260</b>														
	<b>4ovč ka</b>														
89	osa 1 vloží ořec	1	2,5			2,5									2,5
90	rotor - nahodí sestavu rt šlouf šředn	1	4,0	2,5	6,5	4,0									4
89	osa 1 vloží ořec	1	2,5	3,5	6,0	2,5									2,5
100	rotor dovádí ka (plešň do 3mm) mješln.	7	2,5	3,0	26,5	17,5									17,5
121	rotor (šředn) v od za koc (250mm)	4	0,8	35,5	29,7	3,2									3,2
122	rotor (šředn) v od za koc (250mm)	2	1,0	29,7	31,7	2,0									2
87	rotor - podává mředn dlouhý koncouchy pohyb	1	1,5	31,7	33,2	1,5									1,5
105	rotor dovádí ka (plešň do 3mm) mješln.	10	2,5	53,2	58,2	25,0									25
121	rotor (šředn) v od za koc (250mm)	5	0,8	59,2	62,2	4,0									4
122	rotor (šředn) v od za koc (250mm)	4	1,0	62,2	66,2	4,0									4
89	osa 1 vloží ořec	1	2,5	65,2	68,2	2,5									2,5
81	rotor - vloží sestavu malou šředn	1	4,0	69,7	72,7	4,0									4
89	osa 1 vloží ořec	1	2,5	72,7	75,2	2,5									2,5
	<b>zbiročí hodí leuší p pravš.</b>														
	zbiročí hodí leuší p pravš.	10													
	zbiročí hodí leuší p pravš.	28/26													
	zbiročí hodí leuší p pravš.	11/11													

Tabulka 5

Stanice 1260



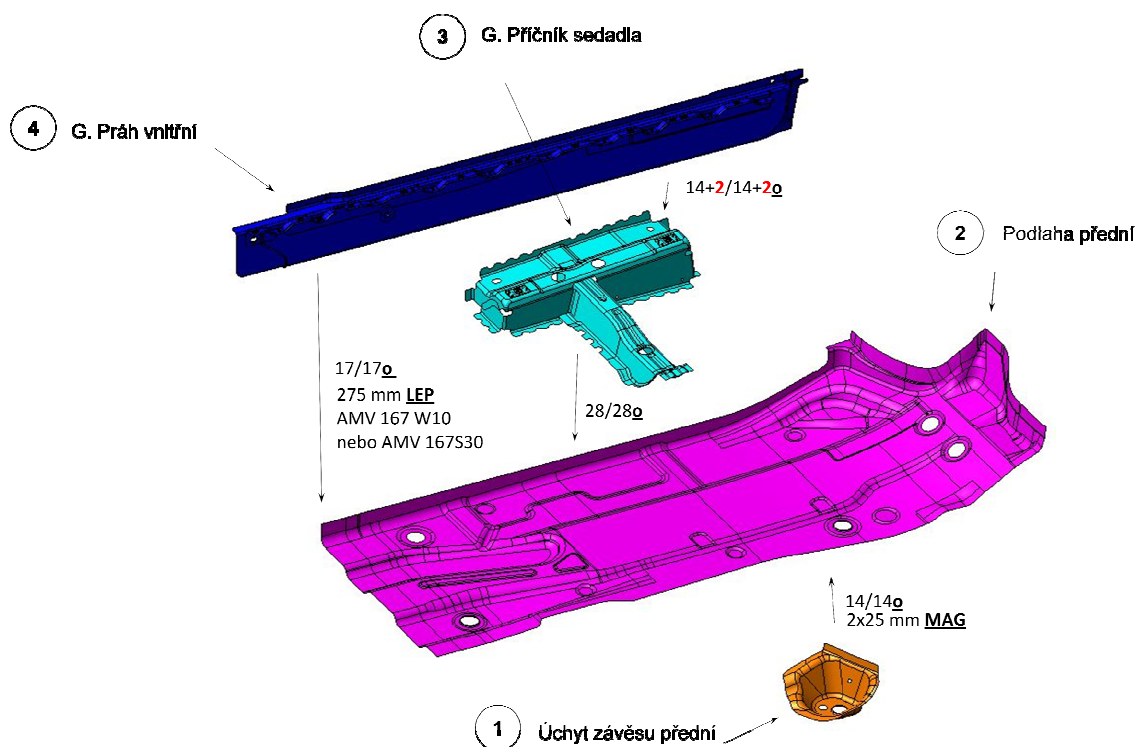


Na základě této analýzy jsme zjistili, že do následujících výrobních linek přejde 7 svařovacích bodů mezi sestavou tunelu a sestavou poloviny podlahy levé a 7 bodů mezi sestavou tunelu a sestavou přední podlahy pravé. Práh vnitřní levý / pravý je nutno ještě dovařit 4/4 body k polovině podlahy přední.

## 6. Popis nové výrobní linky

### 6.1 Požadavky na novou výrobní linku

Úkolem je rozšířit objem výroby na dvojnásobné množství, což znamená 800 kusů přední podlahy denně. Součástí zadání je maximální využití původní výrobní linky určené pro 400 kusů denně. Zůstává k dispozici stejně velká plocha. Nově je potřeba do linky zakomponovat nanášení lepidla na práh vnitřní levý / pravý. Z pevnostních důvodů také přibýly dva MAG sváry na úchyt závěsu přední levý / pravý. Zbytek spojovacích elementů mezi jednotlivými díly a skupinami zůstává stejný.



Obr. 5 [3D CAD]

Podskupiny přední podlahy levá / pravá se spojovacími elementy (zobrazena jen levá strana, pravá strana je zrcadlově symetrická)



## 6.2 Výpočet taktu

Zde si vypočítáme takt linky dle zadaných parametrů. Tímto výpočtem se dozvíme dobu, po kterou se na sestavě pracuje v jedné stanici. Do tohoto času musíme zahrnout i čas na přesun do stanice následující.

Musíme brát v úvahu také nutné přestávky, využitelnost linky (započítat čas na opravy a výměny) a odebrání času z taktu na výrobu zkušebních dílů.

Nejprve spočítáme celkový čas, který máme k dispozici. Na lince se pracuje ve třísměnném provozu. Vynásobíme tedy počet hodin jednoho dne počtem minut v jedné hodině. Odečteme 3 x 30 minut na oběd a technickou pauzu 3 x 20 minut za den. Čistý čas práce je 1290 minut.

$$24 \text{ hodin} \times 60 \text{ minut} = 1440 \text{ minut}$$

$1440 - (3 \times 30 \text{ minut oběd}) - (3 \times 20 \text{ minut technická pauza}) = 1290 \text{ minut čistého pracovního času.}$

Čistý pracovní čas musíme vynásobit koeficientem využitelnosti linky.

$$1290 \times 0,85 = 1096,5 \text{ minuty}$$

Tuto hodnotu vydělíme počtem aut, která chceme vyrobit za jeden den. Což je 800 kusů. Vynásobíme šedesáti, abychom dostali takt ve vteřinách.

$$1096,5 / 800 \times 60 = 82,24 \text{ sekundy}$$

Ještě odečteme dvě vteřiny za kusy sestav, které jsou určeny na průběžné zkoušky kvality a nedojedou linkou až na konec výroby.

$$82,24 - 2 = 80,24 \text{ vteřin}$$

Takt zaokrouhlíme na celé vteřiny. Dostaneme hodnotu taktu 80 vteřin.

### 6.3 Odhad počtu použitých robotů

Před samotným rozvržením jednotlivých stanic výpočtem odhadnu, kolik bude potřeba robotů v plánované lince. Jde o hrubý odhad. Výsledek se bude lišit. Konečný počet robotů a svařovacích zařízení záleží na mnoha faktorech.

V rozšířené lince budou čtyři GEO stanice. Počítejme, že v GEO stanici pro sestavu tunelu, pro sestavu přední podlahy levé a pro sestavu přední podlahy pravé bude vždy po dvou robotech. V GEO stanici, ve které se svařuje sestava tunelu dohromady se sestavami polovin podlah, budou svařovat roboty čtyři. Dohromady to je deset robotů. Svaření GEO bodu plus přesun k němu trvá zhruba pět vteřin. Z času celého taktu odečteme 25 vteřin na manipulaci se sestavou a zbylý čas vydělíme již zmíněnými pěti vteřinami. Dostaneme velmi hrubý odhad, kolik GEO bodů stihne svařit jeden robot během jednoho taktu.

$$80 - 25 = 55s$$

$$55 / 5 = 11 \text{ bodů}$$

$$11 \times 10 = 110 \text{ bodů}$$

Vzhledem k tomu, že robotů v GEO stanicích bude deset a každý svaří přibližně 11 bodů, se v GEO stanicích svaří celkově přibližně 110 bodů.

Celkový počet svařovacích bodů je 310. Na dovářku tedy zbývá přibližně 200 bodů. Také odečteme čas potřebný k manipulaci a vydělíme třemi vteřinami. Dovářkové body jsou rychlejší, protože jsou blíž u sebe a robot se nemusí tolik vyhýbat upínkám.

$$310 - 110 = 200 \text{ bodů}$$

$$80 - 25 = 55 \text{ s}$$

$$55 / 3 = 18,3333 \text{ bodu}$$

Zaokrouhlíme na celé číslo. Spočítáme předpokládaný počet dovářkových robotů.

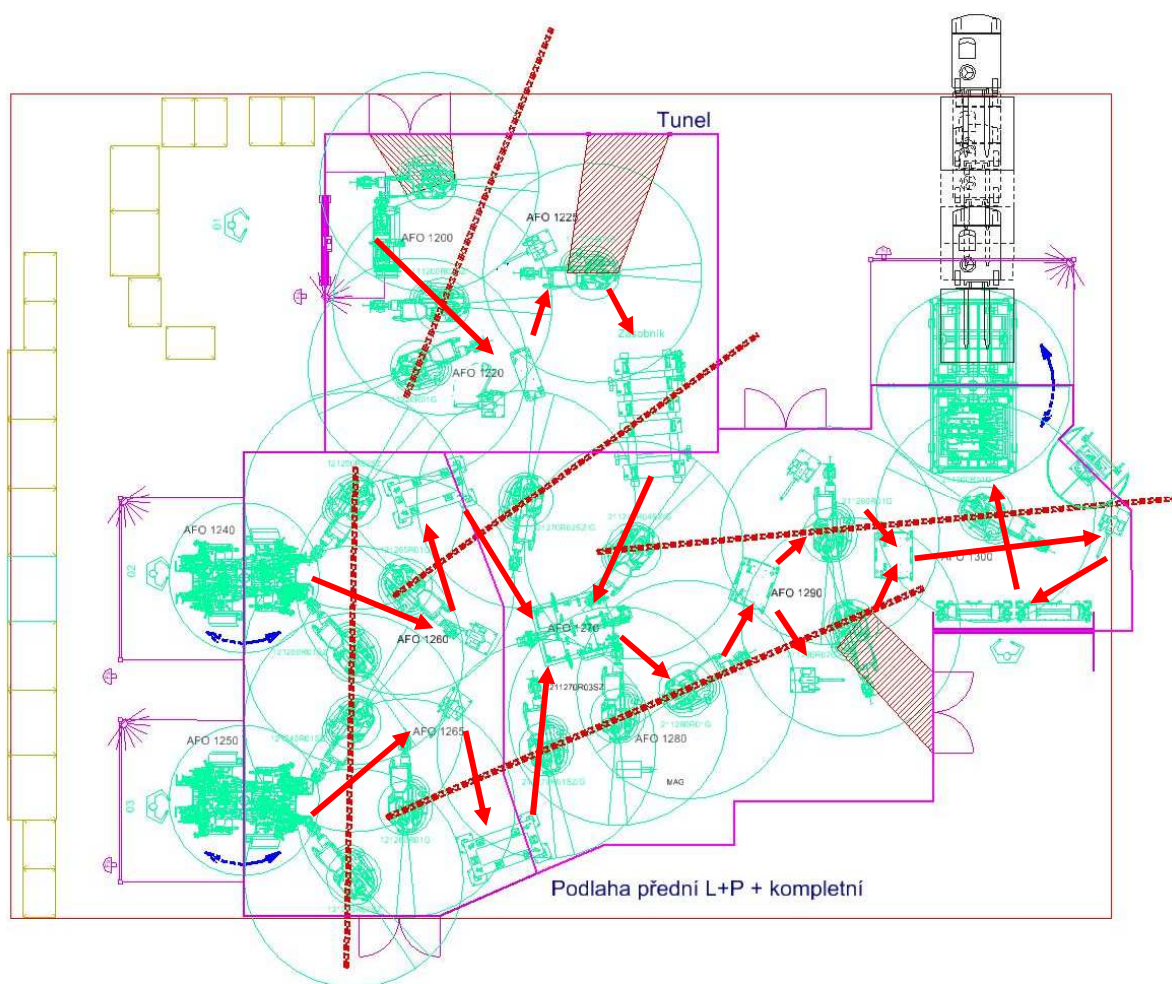
$$200 / 18 = 11 \text{ robotů}$$

Předpoklad je, že se v lince vyskytne 11 robotů v GEO stanicích a 11 dalších v dovářce. Celkem tedy 22 robotů.

## 6.4 Rozvržení inovované výrobní linky, Layout

Víme, které operace a v jakém rozsahu je potřeba zajistit. Známe délku taktu. Vzhledem k tomu, že je potřeba vyrobit více kusů, takt se výrazně zkrátí. Čas transportu se nedá zkrátit. Proto se bude v každé stanici svařovat výrazně kratší dobu. Je potřeba přidat tak velké množství nových robotů a stacionárních svařovacích kleští, kolik se na danou plochu vejde. Zbylé body, které se nestihnou svařit z časových a prostorových důvodů, se budou muset předat ke svaření do následujících linek.

Princip linky zůstává zachován. Byla rozšířena o několik robotů, stabilních svařovacích kleští a jejich zařízení.



Obr. 6 [2D CAD]

Layout inovované linky



Začnu popisem změn ve výrobní lince sestavy tunelu. V původním layoutu sestavu tunelu obsluhovaly dva roboty a jedny stacionární svařovací kleště. V nové verzi jsou přidány dva roboty a jedny stabilní kleště. Nově se ve stanici objevil odkládací stůl, na kterém dochází k předání sestavy. Neboť norma nepovoluje předání sestavy z robotu na robot.

Stále díly zakládá jeden dělník. Má k dispozici odkládací stůl na díly vedle zakládacího okna. Na ten vyloží všechny potřebné díly z palety. Počká, až se mu otevře zakládací prostor. Díly založí do GEO přípravku. Poté, co jsou díly založeny, zmáčkne bezpečnostní tlačítko. Linka pracuje po zbytek taktu automaticky a dělník má čas opět si připravit díly na stůl. Zkrátí se tím pro robot ztrátový čas, kdy nepracuje a jen čeká, až budou založeny všechny díly.

Z bezpečnostních důvodů nesmí roboty nikdy být v pohybu, pokud se ve stanici nachází lidé. Proto po založení dílů do GEO přípravku dělník zmáčkne bezpečnostní tlačítko, tím dá najevo, že je mimo dosah stanice a ochranné okno oddělí prostor mezi robotickou stanicí a dělníkem. To je signál pro roboty 111200R01SZ a 111200R02SZ, že mohou začít bodově svařovat. Na konci taktu robot 111220R01G odebere sestavu z přípravku a v dalším taktu sestavu svařuje pomocí stabilních kleští. Jedná se o dovářku. Na konci taktu sestavu odloží na stůl, aby ji mohl převzít robot 111225R01G. Ten taktéž dovaří body na stabilních kleštích. Na konci taktu sestavu tunelu odloží do zásobníku. Odtud pak postupuje do další části linky.

Větší změna nastala u zakládání polovin podlah. Každá polovina má nyní svůj vlastní otočný stůl, tím se dosáhlo velkého urychlení. Každá z polovin je zakládána jedním dělníkem. Jsou označeni číslem dva a tři. Dělník založí úchyt závěsu přední, podlahu přední a na ni příčník sedadla. Do odklopeného Schwenkeru (sklopná jednotka) založí práh vnitřní. Stlačí uvolňovací tlačítko. Stůl je odteď v automatickém režimu. Dělník mezitím nanese lepidlo na práh vnitřní pomocí lepící pistole na stolu k tomuto určenému. Sestava s naneseným lepidlem bude připravena pro další takt.

Na druhé polovině otočného stolu zatím GEO body svařují ve stanici AFO 1240 roboty 121240R01SZ, 121240R02SZ a ve stanici 1250 roboty s označením 121250R01SZ, 121250R02SZ. Na konci taktu bude sestava vyjmuta. Stůl se otočí. Na stranu dělníka se dostane prázdný přípravek a na stranu robotů sestava určená ke svaření. Na začátku taktu Schwenker (sklopná jednotka) odkloní příčník sedadla. Robot číslo 121240R01SZ / 121250R01SZ svaří

GEO body na dílu úchyt závěsu přední. Sklopí se Schwenker s prahem vnitřním. Jsou na něm svařeny body, které leží pod sestavou příčnicku sedadla. Sklopí se Schwenker s příčnickem sedadla. Od této doby svařují oba roboty v každé ze stanic 1240 / 1250.

Následuje vyjmutí sestavy z GEO přípravků a dovádka stabilními kleštěmi ve stanici 1260 (putuje sem sestava z AFO 1240) a 1265 (sestava z AFO 1250). Po dovádce roboty odloží sestavy na odkládací stoly.

Stanice AFO 1270 je také GEO stanicí. Svařuje se zde dohromady sestava tunelu a sestavy přední poloviny levé a pravé. Jako první do GEO-přípravku vloží robot 211270R04SZ/G ze zásobníku sestavu tunelu. Roboty 211270R01SZ/G a 211270R02SZ/G počkají na vložení tunelu a když mají volný prostor, vloží každý sestavu jedné poloviny přední podlahy. Upínky se zavřou. Roboty 211270R01SZ/G, 211270R02SZ/G a 211270R04SZ/G vymění pozice nástrojů a začnou svařovat GEO body. Nově se k nim přidá robot číslo 211270R03SZ, který jen svařuje.

Po svaření GEO bodů se upínky otevřou a robot 211280R01G odebere sestavu do stanice 1280. Otočí se spolu se sestavou k stacionárnímu svařovacímu MAG-zařízení. V této stanici se také provede datumové označení sestavy. Sestavu následně odloží na stůl.

Sestava se přesune do stanice AFO 1290. Pro dovaření většího množství bodů se v této stanici uplatní princip zdvojeného taktu. Svařují tu dva roboty pod stacionárními kleštěmi. Roboty jsou označeny 211290R01G a 211290R02G. Oba pracují po celou dobu dvou taktů a svařují naprosto stejné body. Dá se říct, že pracují paralelně. Jejich práce je však vzájemně o čas jednoho taktu posunuta. V každém dvojnásobném taktu stihne jeden robot svařit čtyřicet šest bodů. Pro lepší pochopení uvedu příklad. Robot 211290R01G naloží sestavu z odkládacího stolu v AFO 1290 a po dobu prvního a druhého taktu tuto sestavu nepřetržitě svařuje pod svými stabilně ukotvenými kleštěmi. Na konci druhého taktu sestavu vyloží na odkládací stůl do stanice AFO 1300. Opět si jde vyzvednout sestavu ze stolu ve stanici AFO 1290. Kruh se pro tento robot uzavřel a cyklus začíná znovu. Robot 211290R02G začíná svůj cyklus v druhém taktu. Vyjme sestavu ze stolu v AFO 1290 a pod jemu určenými stabilními kleštěmi bodově svařuje po dobu druhého a třetího taktu. Na konci třetího taktu sestavu odloží na stůl ve stanici AFO 1300 a jde vyjmout další sestavu z AFO 1290. Vzhledem k tomu, že se dvojitým taktem zamezí jedné

předávce sestavy mezi stanicemi, mají roboty delší čas na svařování a plynulost automatické linky zůstává zachována.

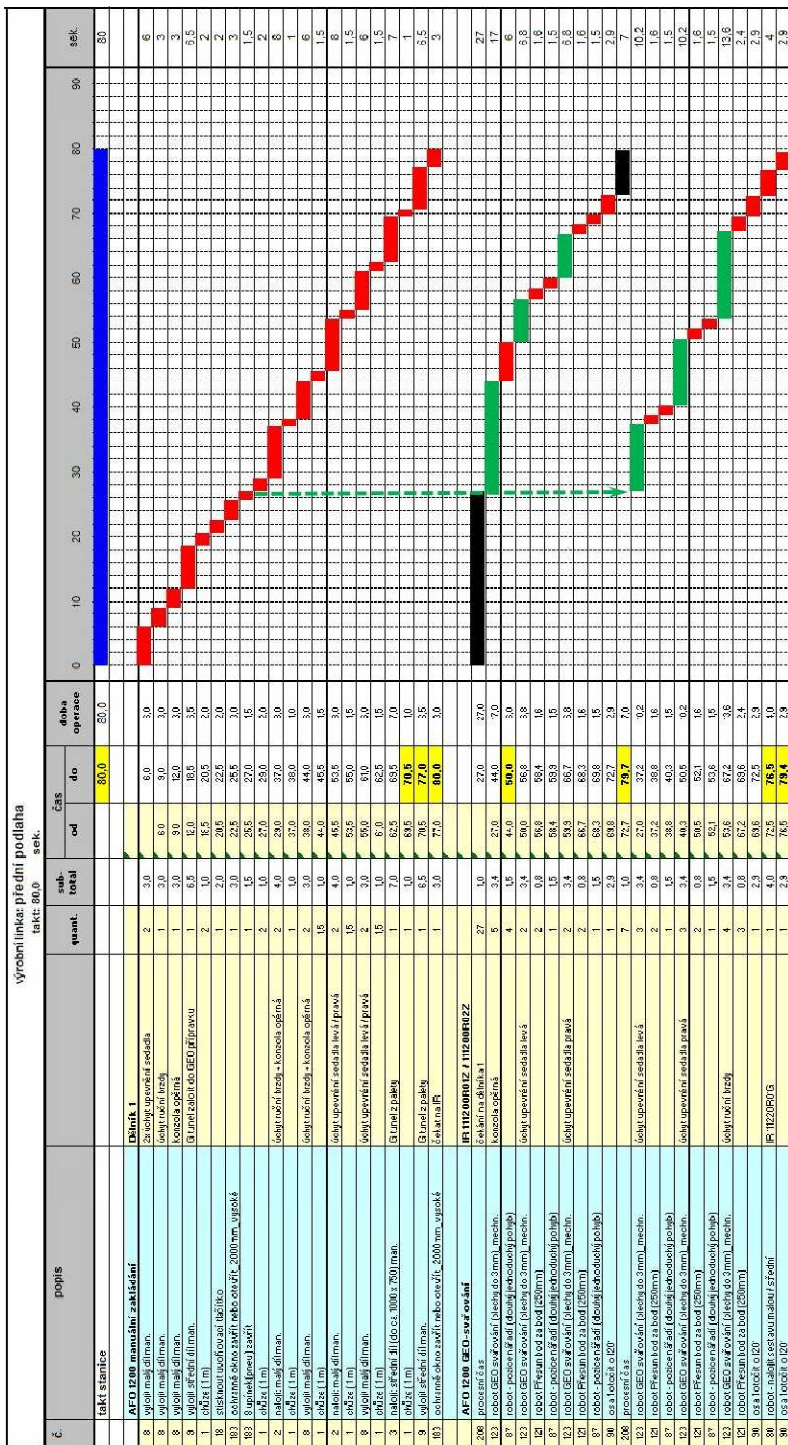
Ve stanici AFO 1300 pracuje robot označen jako 211300R01G. Ten vyjme sestavu z odkládacího stolku. Otočí se s ní a bodově svařuje pod stabilními kleštěmi. Po dovážce sestavu odkládá ke kontrole dělníkovi. Dělník překontroluje MAG sváry. Případné problémy opraví. Takováto okénka s držáky na svařenec jsou dvě vedle sebe. Robot do jednoho odloží sestavu ke kontrole. Hned v následném kroku z druhého okénka již zkontrolovanou a případně dopracovanou sestavu z předešlého taktu naloží, přenesse a založí do palety.

Paleta se nachází na otočném stole. Když je zaplněna sestavami přední podlahy, stůl se otočí a robot má k dispozici opět prázdnou paletu. Z otočného stolu jsou plné palety odváženy pomocí vysoko zdvižných vozíků k dalšímu zpracování.

Ve stanici 1300 se také nachází zařízení na vyjímání a vracení sestav z / do linky. Toto zařízení slouží v případě potřeby vyjmutí dílu na zkoušku. Vybírání a vracení z / do palety by bylo komplikované. Pokud dělník stlačí tlačítko, robot najede na podprogram a další sestavu neodloží do palety, ale právě do tohoto zařízení, odkud ji člověk ručně vyjme.

## **6.5 Průběh operací**

Obdobně jako pro předešlou linku přikládám diagramy s popisem činností v jednotlivých stanicích a jejich časovou náročností. Na konci tabulky se dozvíme, kolik bodů je ještě potřeba na dané sestavě svařit.



Tabulka 8  
Stanice 1200

výrobní linka: přední podlaha										takt: 80,0 sek.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
č.	popis	quant.	sub- total	od	čas	do	doba operace					90	80	70	60	50	40	30	20	10	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
takt stanice						80,0		20,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

Tabulka 9

Stanice 1220, 1225





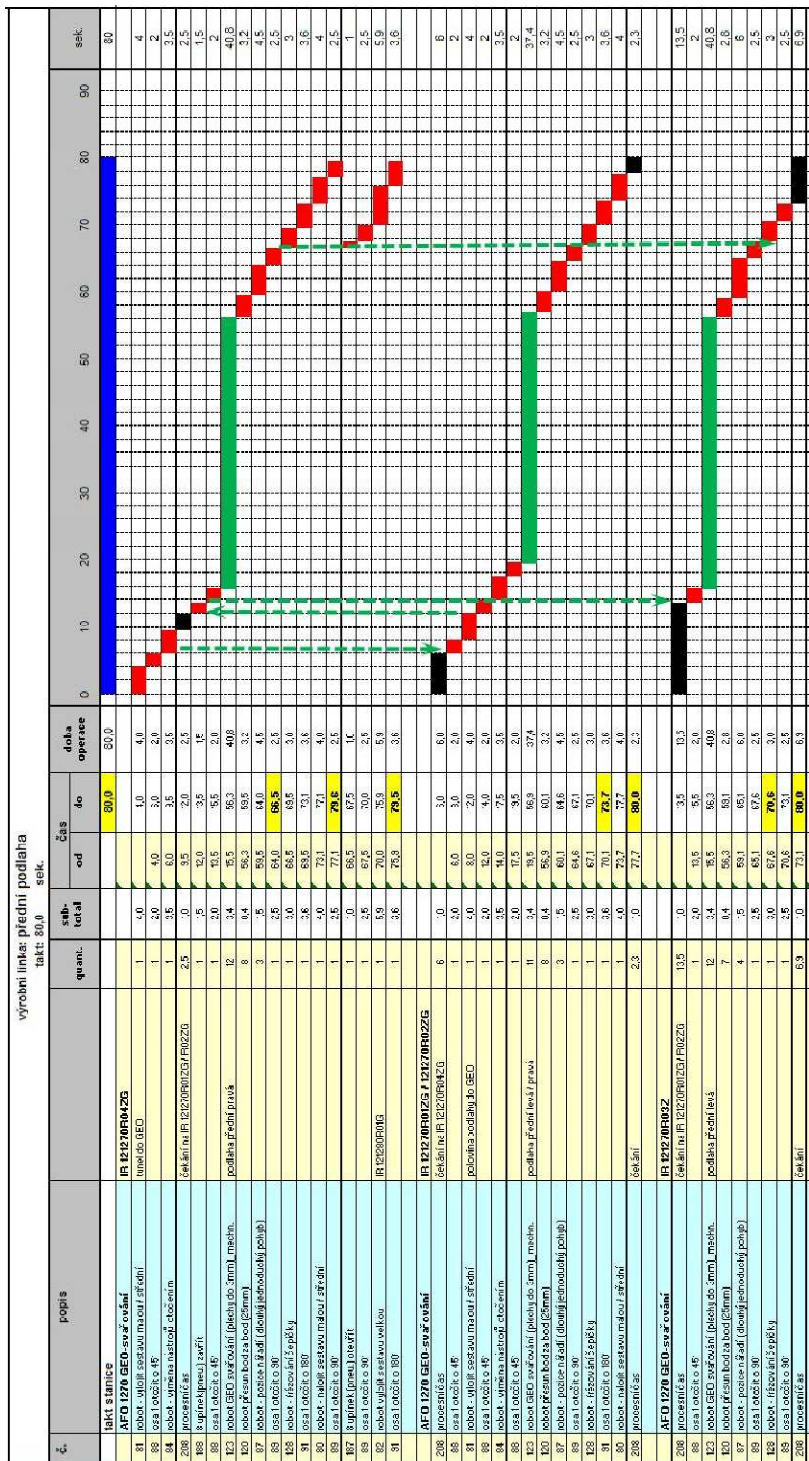


výrobní linka: přední podlaha																				
takt 80,0 sek.																				
č.	popis	quant.	sub total	čas od	čas do	doba operace														sek
	takt stanice				80,0	80,0														80
	AFO 1260/1265 nově la																			
85	osa koloč o 80	1	2,5		2,5	2,5														2,5
86	roboť - nabití zprava mlou / střed	1	4,0	2,5	5,5	4,0														4
87	osa koloč o 80	1	2,5	5,5	8,0	2,5														2,5
88	roboť - do výš 1 jehle (do 3mm) mesin.	7	2,5	9,0	25,5	17,5														17,5
89	roboť - do výš 1 jehle (do 3mm) mesin.	4	0,4	25,5	28,1	1,6														1,6
90	roboť - přední střed (délky jednodušší poměr)	3	1,5	28,1	32,6	4,5														4,5
91	roboť - přední střed (délky jednodušší poměr)	0	0,5	32,6	57,6	25,0														25
105	roboť - přední bod a bod (20mm)	3	0,4	57,6	69,0	2,4														2,4
106	roboť - přední bod a bod (20mm)	1	1,5	69,0	69,0	0,0														0
107	osa koloč o 80	1	2,0	69,0	68,5	2,5														2,5
203	ručička / dlezen (jezmatka)	1	1,0	69,5	69,5	1,0														1
89	osa koloč o 80	1	2,0	69,5	72,0	2,5														2,5
90	roboť - zadní stranou mlou / střed	1	4,0	72,0	76,0	4,0														4
91	osa koloč o 100	1	3,6	76,0	79,6	3,6														3,6
		celkem	je		zbytek															
	úchyt závěsu je vnější levá	14	11		3															
	úchyt závěsu je vnější pravá	14	11		3															
	příněk sedadla levý	28	20		8															
	příněk sedadla pravý	28	20		8															
	práh vnější levý	33	6		27															
	práh vnější pravý	33	6		27															

Tabulka 12

Stanice 1260, 1265





Tabulka 13  
Stanice 1270

[illegible]

Tabulka 14

Stanice 1280

výrobní linka: přední podlaha																		
takt: 60,0 sek.																		
č.	popis		quant.	sub- total	čas od	čas do	doba operace	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	sek
211200F1016/1102G																		
81	takt stanice					80,0												80
82	osa 1 1200 o 90°		1	2,5		2,5	2,5											2,5
86	robotygeot. nastav. velkou		1	5,9	2,5	8,4	5,9											8,4
88	osa 1 1200 o 120°		1	2,9	8,4	11,3	2,9											11,3
125	robotkov. p.k. (plešň do 3mm) mechan.		23	2,5	11,3	89,8	57,5											89,8
123	robotkřevan bod za bod (čern)		20	0,4	68,8	76,8	3,0											76,8
87	robot. polseř. nř. sř. (dlouh. jednodušší polup.)		2	14	76,8	79,8	3,0											79,8
125	robotkov. p.k. (plešň do 3mm) mechan.		23	2,5	79,8	87,5	57,5											87,5
123	robotkřevan bod za bod (čern)		20	0,4	87,5	89,5	3,0											89,5
87	robot. polseř. nř. sř. (dlouh. jednodušší polup.)		2	14	89,5	92,5	3,0											92,5
88	osa 1 1200 o 90°		1	2,9	92,5	95,4	2,9											95,4
89	osa 1 1200 o 120°		1	2,9	95,4	98,3	2,9											98,3
59	osa 1 1200 o 120°		1	5,9	71,4	77,3	5,9											77,3
59	osa 1 1200 o 120°		1	2,9	77,3	80,2	2,9											80,2
211300F1016																		
89	osa 1 1200 o 90°		1	2,5		2,5	2,5											2,5
82	robotygeot. nastav. velkou		1	5,9	2,5	8,4	5,9											8,4
86	osa 1 1200 o 120°		1	2,9	8,4	11,3	2,9											11,3
125	robotkov. p.k. (plešň do 3mm) mechan.		14	2,5	11,3	46,3	35,0											46,3
123	robotkřevan bod za bod (čern)		11	0,4	46,3	50,7	1,4											50,7
87	robot. polseř. nř. sř. (dlouh. jednodušší polup.)		2	14	50,7	53,7	3,0											53,7
89	osa 1 1200 o 90°		1	2,5	53,7	56,2	2,5											56,2
83	robot. vnitřní dlu. velké	ke kontrol. robot. čísel před skontrol. dlu. seřadka	1	5,9	56,2	62,1	5,9											62,1
82	robotygeot. nastav. velkou		1	5,9	62,1	68,0	5,9											68,0
89	osa 1 1200 o 90°		1	2,5	68,0	70,5	2,5											70,5
83	robot. vnitřní dlu. velké		1	5,9	70,5	76,4	5,9											76,4
91	osa 1 1200 o 100°		1	3,6	76,4	80,0	3,6											80,0
			celkem	10														
			čet. ruční hrzdy				zbytek											
			32	32														
			koncizní opř. nř.	9														
			3	9														
			čet. upravení sedadla levá	22														
			22	22														
			čet. upravení sedadla pravá	22														
			22	22														
			čet. zásevu přední levý	14														
			14	14														
			čet. zásevu přední pravý	14														
			14	14														
			příst. sedadla levá	28			6											
			28	22														
			příst. sedadla pravá	28			6											
			28	22														
			příst. vnitřní levý	33			27											
			33	6														
			příst. vnitřní pravý	33			27											
			33	6														
			polovina podlahy levá	37														
			37	32														
			polovina podlahy levá	38														
			38	38														
			celkem	310	244		66											

Tabulka 15

Stanice 1290, 1300

## 6.6 Koncept vyjímání robotů

V této kapitole se bude řešit způsob, jakým lze odebrat robot ze stanice v případě poruchy. Dle interního předpisu je nutné provést demontáž a odběr do 60 minut. Porouchaný robot se vymění za náhradní a linka může opět vyrábět.

Nejjednodušší způsob je odšroubovat robot od podesty, dveřmi najet vysokozdvížným vozíkem, naložit a odvézt robot. Toto by bylo ideální. Bohužel z prostorových důvodů se nedají dveře umístit do blízkosti všech robotů. Proto se musí v některých případech plot demontovat. Pokud se nemůže použít vysokozdvížný vozík z důvodu překážek v cestě, jako například zařízení nutné pro provoz robotů nebo kabelové kanály, musí se použít k vyjmutí drážka nebo jeřáb. V případě použití drážky se robot odšroubuje, vyzdvihne do výšky a nad danou stanicí se po drážce přesune na komunikaci, odkud je odvezen.

V naší lince není bohužel příliš moc volného prostoru. Z tohoto důvodu je nejsnadnější roboty vyjmout právě horní drážkou. V Layoutu je naznačena červeně. Výjimku tvoří pár snadno dostupných robotů v oblasti tunelu. Jde o robot 111200R01SZ, který se nachází v blízkosti dveří. Pro tento robot je vyjmutí pomocí drážky zbytečné. Jen se odšroubuje a odveze na vysokozdvížném vozíku. Podobně je to s robotem s označením 111225R01G. Před jeho transportem se ještě musí demontovat pole plotu.

## 7. Závěr

Nová linka měla vycházet z původní. Zůstal zachován její princip, aby se mohla co možná nejvíc využít a ušetřit tím náklady. Předpoklad byl, že se v inovované lince bude nacházet okolo dvaadvaceti robotů. Nakonec se jich objevilo osmnáct a sedm stabilních svařovacích kleští. Některé roboty totiž ztratí více času manipulací nebo třeba vyražením data na sestavu. Jeden robot se věnuje MAG svárům.

Podařilo se do inovované linky integrovat lepení na práh vnitřní a nové MAG sváry mezi úchyt závěsu přední a plech přední podlahy.

Z kapacitních důvodů došlo k přesunu celkem šedesáti šesti bodů do navazujících svařovacích linek. Z toho se 6 / 6 bodů nachází mezi sestavou příčnicku sedadla a plechem přední podlahy pro levou i pravou stranu a 27 / 27 mezi prahem vnitřním a plechem přední podlahy pro levou i pravou stranu. Tyto přesuny jsou v praxi běžné.

## Seznam použité literatury:

ZELENKA, A. *Projektování výrobních systémů*. Skripta, ČVUT Praha, 1995. 365 s. 80-01-01302-2.

MILO, P. *Technologické projektovanie v praxi*. vyd. ALFA Bratislava, 1983. 399 s. ISBN -.

DUŠÁK, K. *Technologie montáže. Základy*. 1. vyd. TU v Liberci, 2005. 113 s. ISBN 8-7083-906-6.

EDAG GmbH & Co. KGaA, Reesbergstraße 1, 36039 Fulda, Planer-Leitfaden [B. r.]

EDAG GmbH & Co. KGaA, Reesbergstraße 1, 36039 Fulda, Gefahrenliste 14121\_1 [B. r.]

EDAG GmbH & Co. KGaA, Reesbergstraße 1, 36039 Fulda, EDAG Sicherheitstechnische Dienstleistungen [B. r.]

*EDAG Group – Partner der internationalen Mobilitätsindustrie*, [online], Fulda, EDAG GmbH & Co. KGaA, 2012, [cit. 26. března 2012]. Dostupné na: <http://www.edag.de>

*EDAG Group – Ganzheitlicher Entwicklungspartner für die internationale Automobilindustrie*, [online], Fulda, EDAG GmbH & Co. KGaA, 2012, [cit. 26. března 2012]. Dostupné na: <http://www.edag.de>

*EDAG Group – EDAG Group*, [online], Fulda, EDAG GmbH & Co. KGaA, 2012, [cit. 26. března 2012]. Dostupné na: <http://www.edag.de>

*EDAG Group – Über uns*, [online], Fulda, EDAG GmbH & Co. KGaA, 2012, [cit. 26. března 2012]. Dostupné na: <http://www.edag.de>

*EDAG Group – Standorte*, [online], Fulda, EDAG GmbH & Co. KGaA, 2012, [cit. 26. března 2012]. Dostupné na: <http://www.edag.de>

*EDAG Group – Produktionslösungen*, [online], Fulda, EDAG GmbH & Co. KGaA, 2012, [cit. 26. března 2012]. Dostupné na: <http://www.edag.de>